

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-068360

(43)Date of publication of application : 09.03.1999

(51)Int.Cl.

H05K 7/20  
H01L 23/40

(21)Application number : 09-214655

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 08.08.1997

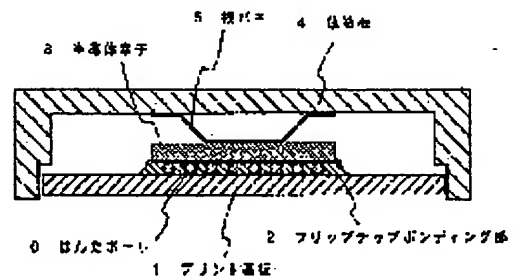
(72)Inventor : MORI MITSUHIRO

## (54) COOLING STRUCTURE FOR SEMICONDUCTOR ELEMENT

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cooling structure for semiconductor element which can cool semiconductor elements having different sizes and mounted on a multichip module by efficiently radiating the heat generated from each semiconductor element through a simple means.

**SOLUTION:** A thermally conductive elastic body which thermally connects each semiconductor element 3 mounted on a printed board 1 to a heat radiating plate 4 is provided in the gap between each element 3 and plate 4. The elastic body has at least a face-contact section which is brought into contact with the semiconductor element 3 and, perhaps, another face-contact section which is brought into contact with the heat radiating plate 4. To be more concrete, the thermally conductive elastic body is formed in a plate spring-like state. A metal having high thermal conductivity and elasticity or a thermally conductive resin is used for forming the elastic body.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.08.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.03.1999

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-68360

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 5 K 7/20

H 0 5 K 7/20

D

H 0 1 L 23/40

H 0 1 L 23/40

E

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-214655

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月8日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 森 光洋

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

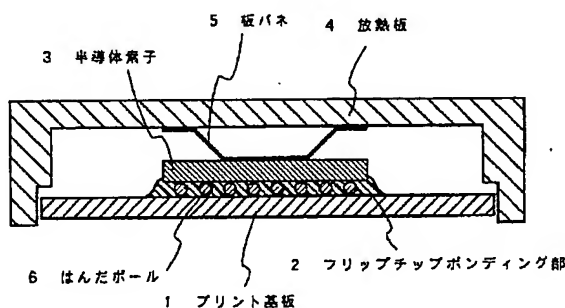
(74) 代理人 弁理士 関口 宗昭

(54) 【発明の名称】 半導体素子の冷却構造

(57) 【要約】

【課題】 大きさが異なる複数の半導体素子を有するマルチチップモジュールに搭載された半導体素子の冷却構造において、各半導体素子からの発熱を簡易な手段により効率よく放散させ、半導体素子を冷却することができる半導体素子の冷却構造を提供する。

【解決手段】 プリント基板に搭載された各半導体素子と放熱板との間の間隙に、各半導体素子と放熱板とを熱的に接続する熱伝導性弾性体を設ける。この熱伝導性弾性体は、少なくとも半導体素子に対する面接触部を有し、あるいは併せて放熱板に対する面接触部を有する。より具体的には、この熱伝導性弾性体は板バネ状である。この弾性を有する熱伝導性弾性体は、熱伝導性及び弾性の高い金属又は熱伝導性樹脂からなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プリント基板に搭載した複数の異なる半導体素子の各々と放熱板との間に、少なくとも半導体素子に対する面接触部を有し、放熱板と一体又は別体にして配置される熱伝導性弾性体を有することを特徴とする半導体素子の冷却構造。

【請求項 2】 熱伝導性弾性体が半導体素子及び放熱板のそれぞれに対する面接触部を有する請求項 1 に記載の半導体素子の冷却構造。

【請求項 3】 熱伝導性弾性体が板パネである請求項 1 又は請求項 2 に記載の半導体素子の冷却構造。

【請求項 4】 熱伝導性弾性体の半導体素子との接触面積が放熱板との接触面積未満である請求項 2 又は請求項 3 に記載の半導体素子の冷却構造。

【請求項 5】 熱伝導性弾性体が金属からなる請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載の半導体素子の冷却構造。

【請求項 6】 熱伝導性弾性体が樹脂からなる請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載の半導体素子の冷却構造。

【請求項 7】 放熱板と一体の熱伝導性弾性体が半導体素子に対し弾性的に当接する面接触部を有する請求項 1 に記載の半導体素子の冷却構造。

【請求項 8】 放熱板がプリント基板に対する当接部を有し、その当接部と熱伝導性弾性体の半導体素子との面接触部により、プリント基板に搭載された半導体素子がプリント基板に対し保持される構造を有する請求項 7 に記載の半導体素子の冷却構造。

【請求項 9】 放熱板のプリント基板に対する当接部及び半導体素子に対する面接触部に対応する位置のプリント基板又は／及び半導体素子に、保持穴を有してなる請求項 7 又は請求項 8 に記載の半導体素子の冷却構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、小型携帯型装置等の電子機器装置に使用される半導体素子の冷却構造に係るものであり、特に複数の異なる半導体素子を有するマルチチップモジュールに搭載された半導体素子の冷却構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、電子機器装置の一部を構成する複数の半導体素子が搭載されたマルチチップモジュールにおいては、電子機器装置の小型化及び携帯型化等に伴い、搭載される半導体素子の集積度がより向上している。また、電子機器装置の多機能化を満足させるために、搭載される半導体素子数が増加している。さらに、これら各半導体素子は、高速化に伴い放散される発熱量も上昇しており、前記集積度及び半導体素子数の増加と相まって、マルチチップモジュールの総発熱量が著しく増大している。半導体素子からの発熱は半導体素子自体

に悪影響を与えるため、効率良く放熱して半導体素子を冷却する必要がある。

【0003】 電子機器装置が大型である場合には、冷却機構が複雑である場合が多いため、効率良く放熱するために空冷方式あるいは水冷方式を用いた冷却装置を配置する場合が多い。そのため、冷却装置自体も大型化する。一方、小型携帯型装置においては、大型装置の場合と比べて半導体素子の発熱量が小さいものの、装置の大きさに制約があるために前記のような大型化する冷却装置を配置するのは困難である。そこで、放熱板を半導体素子の付近に設けて放熱する手段が採られている。

【0004】 絶縁基板に搭載した半導体素子を有する小型携帯型装置において、半導体素子の放熱を効果的に行う場合、半導体素子と前記放熱板とを直接接点させるのが最良である。この半導体素子と放熱板とを直接接点させる際に、接触状態が良好に保持されるように、ネジなどを用いて半導体素子を放熱板に固定することが考えられる。しかし、このようにネジなどを用いて固定した場合、半導体素子に過度の外部応力が加わる。半導体素子に過度の外部応力が加わると、半導体素子の信頼性が低下する。そのため、放熱板を過度の外部応力が与えられる手段で半導体素子に固定して接点させることはできない。

【0005】 従来、半導体素子と放熱板とを直接的に接点させず、過度の外部応力が加わる固定を行わずに熱的に接続する手段として、半導体素子と放熱板との間に一定以上の微小な間隙を設け、その間隙にサーマルグリスと呼ばれる熱伝導性がある非固形物を充填する手段が採られている。このサーマルグリスにはシリコングリス等が用いられている。

【0006】 以下に、サーマルグリスを用いた半導体素子の冷却構造の一例を示す。図 6 には、従来の半導体素子の冷却構造の断面図を示す。この例では、フリップチップボンディングにより搭載された半導体素子について説明する。プリント基板 11 上には、フリップチップボンディング部 12 により半導体素子 13 が搭載されている。半導体素子 13 の上部には、ある一定の間隙を有して放熱板 14 がほぼ平行に配設されている。半導体素子 13 と放熱板 14 との間隙にはサーマルグリス 15 が充填され、熱的に接続している。なお、プリント基板 11 と半導体素子 13 との電気的接続は、はんだボール 16 により行われている。

【0007】 半導体素子 13 から発生した熱は、サーマルグリス 15 を介して熱的に接続されている放熱板 14 へ伝導される。放熱板 15 に伝導された熱は、自然放冷により、あるいは特に設けた冷却手段（図示せず）により冷却され放散される。

【0008】 しかし、半導体素子と放熱板との間隙に充填するサーマルグリスの熱伝導性は比較的高いものの、直接半導体素子を放熱板に接触させて放熱する場合に比

べて放熱効果は著しく低くなる。

【0009】また、マルチチップモジュールの場合は絶縁基板上に異なる半導体素子を複数搭載しており、それぞれの半導体素子の厚さ、即ちプリント基板から半導体素子の放熱板側表面の間隙距離や、大きさ即ち半導体素子の放熱板側表面の面積が異なる。そのため、各半導体素子と放熱板との間隙距離の差が生じ、結果として各半導体素子と放熱板との間隙に充填するサーマルグリスの厚みの差が生じる。このサーマルグリスの厚みの差が原因となり、熱伝達等の放熱機構が複雑化し放熱効果が低下する問題があった。さらに、各半導体素子の放熱板側表面の、サーマルグリスを接触させる部位の面積に応じてサーマルグリスの充填量を制御する必要があるなど、製造工程が煩雑になる問題も生じていた。

【0010】そこで、これらの問題を解消できる複数の異なる半導体素子が搭載されたマルチチップモジュールの冷却構造として、様々な手段が開発されている。その主な手段として、サーマルグリスを用いずに、熱伝導性の高い金属製放熱板をマルチチップモジュールに圧接して、半導体素子から発生した熱を金属製放熱板へ伝導し、この金属製放熱板を冷却することによって放熱を行っているものがある。

【0011】例えば、特公昭58-31732号公報に記載の技術では、複数の集積回路チップが搭載された基板において、熱伝導ピストン及び冷却フィンによってチップの冷却を行っている。具体的にはピストンのチップ側端面に熱伝導性のフランジが設けられ、このフランジはスロットにより複数のチップ接続部に分割されている。従ってフランジが接触している複数のチップにおいて発生した熱は、フランジを経て熱伝導ピストンに伝えられ、さらに冷却フィンによって放散される。またチップとフランジとの良好な接触を与えるように、チップ接触部をチップに押し付けるバネ手段を新たに用いることも可能である。さらにこのバネ手段は、チップ接触部の湾曲した延長部で形成しても良い。この構成によれば、熱伝導フランジ面が複数のチップに接触するので、チップの温度が平均化され、従来のように低電力チップに特別の対策を施す必要がない。また、共通のピストンのフィンによって放熱がなされるので、モジュールの大きさを増加させることもなく、又冷却用空気流に対して大きなインピーダンスを与えることがないとしている。

【0012】また、本出願人が既に報告している技術として、特開平1-270298号公報に記載の技術がある。プリント基板と複数の半導体素子を搭載し前記プリント基板に列設された複数のマルチチップパッケージ（モジュール）と、冷媒流路を有するコールドプレートと、それぞれの間に前記マルチチップパッケージそれぞれが位置するように列設され、前記コールドプレートと熱的に結合した複数の熱伝導板と、前記熱伝導板と前記マルチチップパッケージとの間に設けられ前記熱伝導板

と、前記マルチチップパッケージに押し合う力を与える板バネとを含んで構成される。発熱体である半導体素子を設けたマルチチップパッケージをコールドプレートに結合した熱伝導板の間に配置し、クールシート及び板バネを介してマルチチップパッケージを熱伝導板に密着させることにより、個々の発熱量は低いものの搭載数の多いメモリ系の半導体素子の冷却を水冷方式で効率よく実現できる。

【0013】

10 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の技術には以下の問題点が存在する。特公昭58-31732号公報に記載の技術では、前記の通りマルチチップモジュールの冷却を行う場合、各半導体素子と放熱板との間隙距離が異なる状態であるため、適した応力により半導体素子に接触させる様に各フランジ部の形状をそれぞれの間隙距離に応じて変化させる必要がある。よって熱伝導ピストンの形状が複雑になり、製造コスト上昇に繋がる。また、熱伝導ピストンの形状が複雑化することに伴い大型化するため、小型携帯型装置に適用する  
20 には困難である。さらに、コイルバネを用いているため、放熱機構が複雑化し、放熱効果が低下する恐れがある。

【0014】特開平1-270298号公報に記載の技術についても、水冷方式で冷却を行うなどの点で、特に大型装置における効果的な放熱を考慮して構成されているため、小型携帯型装置への適用は不相当である。また、複数のチップを一つの板バネで熱伝導板に密着させているため、各半導体素子の厚さが全てほぼ同じ場合に有効であり、厚さが異なると良好な熱伝導及び放熱が行  
30 われない問題がある。

【0015】本発明が解決しようとする課題は、大きさが異なる複数の半導体素子を有するマルチチップモジュールに搭載された半導体素子の冷却構造において、各半導体素子からの発熱を簡易な手段により効率よく放散させ、半導体素子を冷却することができる半導体素子の冷却構造を提供するものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は半導体素子の冷却構造であり、前記課題を解決するため以下のように構成されている。本発明の半導体素子の冷却構造は、プリント基板に搭載した複数の異なる半導体素子の各々と放熱板との間に、少なくとも半導体素子に対する面接触部を有し、放熱板と一体又は別体にして配置される熱伝導性弾性体を有することを特徴とする。  
40

【0017】本発明の半導体素子の冷却構造は、前述した必須の構成要素からなる。しかし、その構成要素が具体的に以下のような場合であっても成立する。その具体的構成要素とは、前記熱伝導性弾性体が半導体素子及び放熱板のそれぞれに対する面接触部を有することを特徴とする。  
50

【0018】また、本発明の半導体素子の冷却構造は、前記熱伝導性弾性体が板バネであることを特徴とする。

【0019】本発明の半導体素子の冷却構造は、前記熱伝導性弾性体の半導体素子との接触面積が放熱板との接触面積未満であることを特徴とする。

【0020】本発明の半導体素子の冷却構造は、前記熱伝導性弾性体が金属からなることを特徴とする。あるいは、熱伝導性弾性体が樹脂からなることを特徴とする。

【0021】さらに、本発明の半導体素子の冷却構造は、前記放熱板がプリント基板に対する当接部を有し、その当接部と熱伝導性弾性体の半導体素子との面接触部により、プリント基板に搭載された半導体素子がプリント基板に対し保持される構造を有することを特徴とする。

【0022】本発明の半導体素子の冷却構造は、前記放熱板がプリント基板に対する当接部を有し、その当接部と熱伝導性弾性体の半導体素子との面接触部により、プリント基板に搭載された半導体素子がプリント基板に対し保持される構造を有することを特徴とする。

【0023】本発明の半導体素子の冷却構造は、前記放熱板のプリント基板に対する当接部及び半導体素子に対する面接触部に対応する位置のプリント基板又は／及び半導体素子に、保持穴を有してなることを特徴とする。

【0024】このように構成された本発明の半導体素子の冷却構造によると、プリント基板に搭載された各半導体素子と放熱板との間の間隙に、各半導体素子と放熱板とを熱的に接続する熱伝導性弾性体を設ける。この熱伝導性弾性体は、少なくとも半導体素子に対する面接触部を有し、あるいは併せて放熱板に対する面接触部を有する。より具体的には、この熱伝導性弾性体は板バネ状である。この弾性を有する熱伝導性弾性体は、熱伝導性及び弾性の高い金属又は熱伝導性樹脂からなる。但しこれらの金属又は樹脂はサーマルグリスよりも十分高い熱伝導性を有することが必要である。このバネ性を有する熱伝導性弾性体を各半導体素子と放熱板との間に密着させ、両者の熱的接続を確実に行う。

【0025】各熱伝導性弾性体は、放熱板と一体化されているか、もしくは別体である。一体化されている場合には、放熱板と各熱伝導性弾性体とが熱伝導性の高い手段により固定され、熱的に接続している。例えば、溶接による固定接続や熱伝導性の高い金属からなるネジによるネジ止め、あるいは熱伝導性弾性体が延性の高い部材からなる場合には放熱板に圧着することも考えられる。

【0026】また、他の一体化手段としては、放熱板の放熱機能を熱伝導性弾性体に付与することが考えられる。つまり、放熱板を特に設けず熱伝導性弾性体が、即ち放熱板となりうるものである。これは、半導体素子の発熱量があまり大きくなく、且つ熱伝導性弾性体の表面積が大きく、放熱しやすい部材からなっている場合に有効である。

【0027】各半導体素子の放熱板への熱的接続を、熱伝導性の高い熱伝導性弾性体で個々に行うことにより、サーマルグリスを用いて熱的接続を行った場合と比べ、半導体素子から発熱した熱の放熱板への熱伝導を良好に行うことができる。同時に、熱伝導性弾性体の熱伝導性が高いため、各半導体素子と放熱板との間隙距離の差が原因となる放熱機構の複雑化を生じさせない。この際に、熱伝導性弾性体の半導体素子との接触面積よりも、放熱板との接触面積を大きいものとするにより、さらに熱伝導を良好に行うことができる。

【0028】また、各半導体素子毎にバネ性を有する熱伝導性弾性体を密着させて接続を行うため、各半導体素子の厚さの差により生じる放熱板との間隙距離の差が存在したとしても、熱伝導性弾性体が有する弾性により、その間隙距離の差を無視することができ、各半導体素子と放熱板との接続は全て良好に接続される。弾性を有する熱伝導性弾性体は、半導体素子に加わる過度の外部応力を吸収する効果もある。万一半導体素子に取り付け傾きがある場合にも、熱伝導性弾性体の弾性により傾きを吸収することができ、放熱板及び半導体素子との面接触部が確保され、確実に熱的接続がなされる。

【0029】熱伝導性弾性体として用いる板バネは、複雑な構造のものを用いる必要はない。また、可能な範囲内で同一のものを使用することができ、各半導体素子に対応させて準備する必要がないため、板バネの製造コストは上昇しない。

【0030】このように、放熱板と各半導体素子との熱的接続は、熱伝導性の高い金属あるいは樹脂からなる熱伝導性弾性体のみを介して行っているため、放熱板と各半導体素子とを直接接触させた場合とほぼ同等の放熱効果を得ることができる。また、特に単純な構造の板バネを熱伝導性弾性体として用いた場合には、熱伝導機構及び放熱機構も単純化され放熱効果が高くなる。これは、コイル（巻）バネ等の弾性体を熱伝導部材の一部に用いた従来の技術の場合に生じていた放熱機構の複雑化を引き起こさないことを意味する。また、各半導体素子や放熱板と接触する面積が飛躍的に大きい板バネを用いることで、熱伝導や放熱の効果がより高くなる。

【0031】本発明の技術を用いることで、半導体素子及びそれらを用いた装置の信頼性を向上することができる。また、放熱板も含めた全体の構造設計が簡略化され、生産性及び保守性が向上する。

【0032】

【発明の実施の形態】以下に本発明の半導体素子の冷却構造の一実施の形態について説明する。図4(a)には、本発明の主要部分である熱伝導性弾性体となる板バネの一例の外観図を示す。板バネ5は熱伝導が良く、且つ弾性の高い部材、特に金属や樹脂等からなる。板バネ5の半導体素子と面接触する半導体素子接触部8と、放熱板と面接触する放熱板接触部9とはほぼ平行となるよ

うにされている。また、図 4 (b) 乃至 (g) には、熱伝導性弾性体となる板バネの他の例の断面図を示す。この場合の熱伝導性弾性体は、同じ板バネ 2 つを一組として用いられる。板バネの形状は任意に選ぶことができる。図 4 (g) に記載のもののように閉じた形状のものも用いることができる。図中の各板バネの上下に存在する平坦部が、それぞれ放熱板接触部及び半導体素子接触部となる。図 4 (b) 乃至 (g) に挙げたものは、あくまで一例であり、このほかにも様々な形状のものが考えられる。

【0033】図 5 には、図 4 (a) に示した前記板バネ 5 を熱伝導性弾性体として用いた場合の半導体素子の冷却構造の断面図を示す。図 5 (a) には、熱伝導性弾性体である板バネ 5 に変位が与えられていない状態での半導体素子接触部 8 と放熱板接触部 9 との距離の差が、半導体素子 3 と放熱板 4 との間隙距離とほぼ同じ（但し、半導体素子 3 と放熱板 4 との間隙距離の差が若干小さい）場合を示す。プリント基板 1 上に、フリップチップボンディング部 2 により半導体素子 3 が搭載され、その半導体素子 3 の上部にはある一定の間隙を有して放熱板 4 がほぼ平行に配設されている。また、半導体素子 3 と放熱板 4 との間隙には、板バネ 5 が配置されている。なお、プリント基板 1 と半導体素子 3 との電気的接続は、はんだボール 6 により行われている。板バネ 5 は、ほぼ変位を与えられていない状態であるものの、板バネ 5 の半導体素子接触部 8 と放熱板接触部 9 との差が前記間隙よりも若干小さいため、板バネ 5 の反発力により各接触部が密着し、半導体素子 3 と放熱板 4 とを良好に熱的に接続する。

【0034】一方、図 5 (b) には、半導体素子 3' と放熱板 4 との間隙距離が、熱伝導性弾性体である板バネ 5 に変位が与えられていない状態での半導体素子接触部 8 と放熱板接触部 9 との距離の差よりも小さい場合を示す。この場合の例としては、半導体素子 3' の厚みが、図 5 (a) に示した半導体素子 3 よりも厚い場合等が挙げられる。前記間隙距離は板バネ 5 の半導体素子接触部 8 と放熱板接触部 9 との差よりも小さいため、板バネ 5 は図示したように湾曲して強い反発力で密着する。しかし、板バネ 5 が有する弾性により過度の外部応力は板バネ 5 に吸収され、半導体素子 3' に加わらない。

【0035】そのため、半導体素子に外部応力が加えられることが原因となる、半導体素子の信頼性低下を引き起こさせることはない。この例の場合にも、半導体素子と放熱板の間隙に熱伝導率の高い金属製の板バネ 5 が密接して接続されるため、良好な熱伝導経路が形成される。また、万一半導体素子の取り付け傾きがある場合にも、熱伝導性弾性体である板バネ 5 の弾性によって、その傾き分を吸収し、放熱板と半導体素子との熱伝導経路を形成することができる。

【0036】板バネの形状は、放熱板と半導体素子とが

良好に接触し、熱伝導が確実に行われれば、図 4 (a) 乃至 (g) に示したようなものに限定されず、他の形状のものでも良い。

【0037】板バネは、放熱板に予め溶接やネジ止め等の熱伝導性が高い手段又は圧着により固定しておくことが可能である。その場合にはプリント基板上の半導体素子の位置に対応する放熱板の所定の位置に、板バネを固定して一体化することになる。これにより、各板バネを配置する際の組立性が向上する。

10 【0038】本発明の半導体素子の冷却構造は、ベアチップ等の露出した素子の冷却に用いることができる。また、フリップチップボンディング以外の方法で搭載された半導体素子の冷却にも適用できる。

【0039】

【実施例】

(実施例 1) 以下に、本発明の半導体素子の冷却構造の一実施例を説明する。図 1 には本発明の半導体素子の冷却構造の一実施例を説明するための断面図を示す。本実施例では、フリップチップボンディングにより搭載された半導体素子について説明する。尚、本発明はフリップチップボンディングにより搭載された半導体素子以外の冷却にも適用できる。プリント基板 1 上には、フリップチップボンディング部 2 により半導体素子 3 が搭載されている。半導体素子 3 の上部には、ある一定の間隙を有して放熱板 4 がほぼ平行に配設されている。半導体素子 3 と放熱板 4 の間隙には板バネ 5 が配設され、熱的に接続している。プリント基板 1 と半導体素子 3 との電気的接続は、はんだボール 6 により行われている。この電気的接続は、はんだに限らず金などの他の金属によっても行われる。また、電気的接続のための金属の形状は図示したようなボール状のものに限定されない。板バネ 5 の形状は図 4 (a) に示したものと同様である。なお、板バネ 5 は放熱板 4 に溶接等の熱伝導性が高い方法で予め接続固定し、一体化しても良い。

30 【0040】板バネ 5 の半導体素子接触部と半導体素子 3 の間は、板バネ 5 の反発力により密接する。その結果として半導体素子 3 上面から板バネ 5 を経て放熱板 4 へ至る熱伝導経路が形成される。半導体素子 3 から発生した熱は板バネ 5 を介して伝導した後、放熱板 4 より放散される。このようにして熱が放散されることにより、半導体素子 3 は冷却される。

40 【0041】(実施例 2) 図 2 には半導体素子の冷却構造の他の実施例を説明するための断面図を示す。本実施例では、実施例 1 とは異なり、放熱板は特に設けず熱伝導性弾性体である板バネ 5' が放熱板の役割をも担っている。これは、放熱板と熱伝導性弾性体である板バネ 5' が一体であると言える。本実施例においても、実施例 1 と同様にフリップチップボンディングにより搭載された半導体素子について説明する。図 2 (a) に示すように、板バネ 5' はプリント基板 1 及びその上にフリッ

ブチップボンディング部 2 により搭載された半導体素子 3 を取り囲むように形成されている。なお、プリント基板 1 と半導体素子 3 との電気的接続は、はんだボール 6 により行われている。この電気的接続は、はんだに限らず金などの他の金属によっても行われる。また、電気的接続のための金属の形状は図示したようなボール状のものに限定されない。

【0042】この放熱機能を兼備する板バネ 5' は、プリント基板 1 との当接部と、半導体素子 3 との当接部とによりプリント基板に搭載された半導体素子を良好に保持する。つまり、プリント基板 1 を取り囲むように形成された板バネ 5' は、半導体素子 3 をプリント基板 1 方向に、プリント基板 1 を半導体素子 3 方向にそれぞれ近接させる力を及ぼす。この場合には、半導体素子 3 は放熱板である板バネ 5' を弾性的に支持しているといえる。

【0043】板バネ 5' 自体の幅は半導体素子 3 の大きさによっても異なるものの、およそ数 mm であり、板バネ 5' 全体の表面積は半導体素子 3 から発生した熱を板バネ 5' で十分に放散できるほど大きい。このような形状の板バネ 5' にすることで、熱伝導性弾性体である板バネ 5' は放熱機能を兼ね備えることになり、放熱板を特に設けずに済む。これは、各半導体素子及びマルチチップモジュール全体からの発熱量が比較的小さい場合に適用が可能である。このような放熱機能を有する熱伝導性弾性体を設けない場合は、放熱できる表面積が半導体素子の表面積に等しく放熱効果は低い。一方、本実施例のような熱機能を有する熱伝導性弾性体を設けると、放熱できる表面積が飛躍的に増大するため、放熱効率が非常に高くなる。

【0044】また、プリント基板 1 下面に板バネ 5' の端部を引っ掛ける構造を有し、板バネ 5' の反発力により半導体素子 3 をプリント基板 1 方向に押し付ける構造となっている。これは、板バネ 5' の半導体素子 3 の表面に接触している部分において十分に接触させることで、半導体素子 3 の発熱を十分に板バネ 5' 全体へ伝導させ、効率よく放熱を行わせるためである。また、板バネ 5' はネジ等を用いずに半導体素子 3 に接触したまま固定させることができ、生産性及び保守性も高い。

【0045】図 2 (b) には、プリント基板 1 及び半導体素子 3 に保持穴 7 を有する例を示す。この保持穴 7 は、放熱板である板バネ 5' のプリント基板に対する当接部と半導体素子に対する面接触部に対応する部位のプリント基板と半導体素子とに設ける。その際、必要に応じて、板バネ 5' にも保持穴 7 に対応した窪みを設けておく。この保持穴 7 の存在により、板バネ 5' に設けた保持穴 7 と適合する凹部又は折曲部をはめあわせて取り付けるだけで、板バネ 5' はプリント基板 1 及び半導体素子 3 を良好に保持し、外れにくくなる。また、板バネ 5' の取り付け作業を行う際の位置決めが容易になり、

製造工程中の板バネの取り付け作業時間が短縮できる。この手段は、半導体素子 3 がベアチップである場合には保持穴 7 を設けるのが困難であるものの、樹脂等でモールドされている半導体素子の場合に有効である。また、プリント基板 1 又は半導体素子 3 のいずれか一方に保持穴 7 を設けることも可能である。

【0046】(実施例 3) 図 3 には、半導体素子の冷却構造の更に他の実施例を説明するための外観図を示す。図 2 に示した実施例 2 では、板バネ 5' は各半導体素子 3 毎に設ける。この実施例では、図 3 (a) に示すように放熱板をプレス等によって加工し、その一部に板バネ部を形成したものとしている。熱伝導性の高い金属や樹脂等の部材からなる放熱板 4' の一部にプレス等により板バネ部 5'' を形成する。板バネ部 5'' は弾性的に半導体素子に接触する面を有する。板バネ部 5'' は、放熱板 4 をプリント基板に搭載された半導体素子上に設置した場合に、半導体素子と板バネ部 5'' の半導体素子接触部とが面接触するように、対応する位置に形成しておく。

【0047】図 3 (b) には、図 2 に示した実施例 2 と同様に、放熱板 4' はプリント基板を取り囲むように形成する。プリント基板を取り囲むように形成された放熱板 4' は、半導体素子とプリント基板とを近接させる力を及ぼす。この放熱板 4' はプリント基板に当接する保持部と、半導体素子に当接する保持部とによりプリント基板に搭載された半導体素子を良好に保持する。このように、放熱板 4' と板バネ部 5'' とを一体化することにより組立性が向上する。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように構成されているので、本発明は以下に記す優れた効果を奏する。異なる複数の半導体素子が搭載されたマルチチップモジュールにおいて、放熱板への接続を熱伝導性の高い熱伝導性弾性体により個々に行うことにより、サーマルグリスを用いて熱的接続を行った場合と比べ、良好に熱伝導を行うことができ、半導体素子の効果的な冷却が実現される。

【0049】また、各半導体素子の厚さの差により生じる放熱板との間隙距離の差が存在したとしても、熱伝導性弾性体の弾性によりその間隙距離の差を無視することができる。弾性を有する熱伝導性弾性体は、半導体素子に加わる過度の外部応力を吸収し、その過度の外部応力が原因となる悪影響を半導体素子に与えない。

【0050】さらに、熱伝導性弾性体として用いられる板バネの構造は単純であるため、放熱機構の複雑化も生じず、且つ放熱効果は高くなる。単純な構造の板バネを用いることで、半導体素子及びそれらを用いた装置の信頼性が向上し、放熱板も含めた全体の構造設計が簡略化されるため生産性及び保守性もより良好なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の半導体素子の冷却構造の一実施例を示す断面図である。

【図2】 本発明の半導体素子の冷却構造の他の実施例を示す断面図である。

【図3】 本発明の半導体素子の冷却構造の更に他の実施例を示す外観図である。

【図4】 板バネの一例の外観を示す図である。

【図5】 図3に示した板バネを熱伝導性弾性体として用いた場合の半導体素子の冷却構造の断面を示す図である。

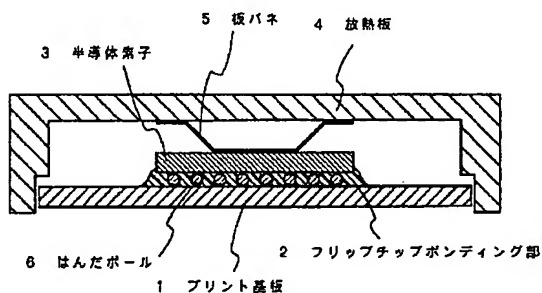
【図6】 従来の半導体素子の冷却構造の断面を示す図である。

【符号の説明】

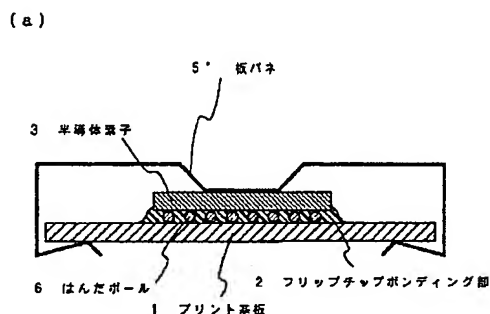
- 1 プリント基板  
2 フリップチップボンディング部  
3, 3' 半導体素子

- 4, 4' 放熱板  
5, 5' 板バネ  
5" 板バネ部  
6 はんだボール  
7 保持穴  
8 半導体素子接触部  
9 放熱板接触部  
11 プリント基板  
12 フリップチップボンディング部  
13 半導体素子  
14 放熱板  
15 サーマलगリス  
16 はんだボール

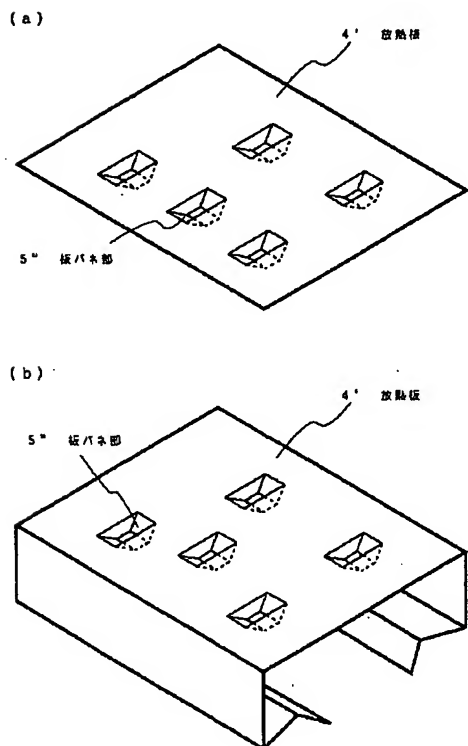
【図1】



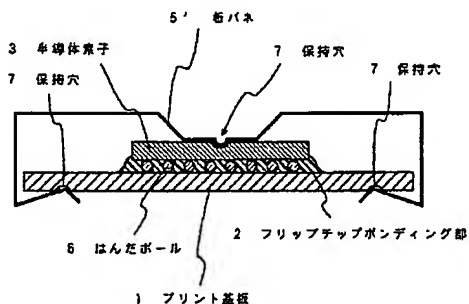
【図2】



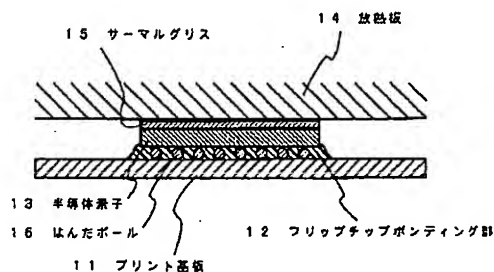
【図3】



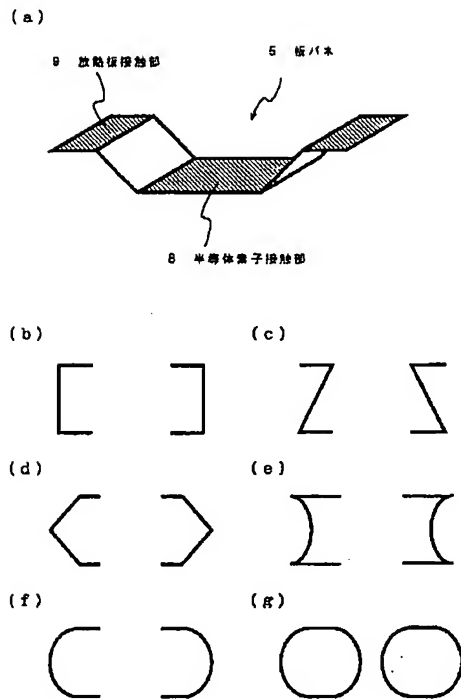
(b)



【図6】



【図4】



【図5】

